

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-130495

(43)Date of publication of application : 19.05.1995

(51)Int.Cl.

H05H 1/46
C23C 16/50
C23F 4/00
H01L 21/3065

(21)Application number : 05-300911

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD
TOKYO ELECTRON YAMANASHI KK

(22)Date of filing : 05.11.1993

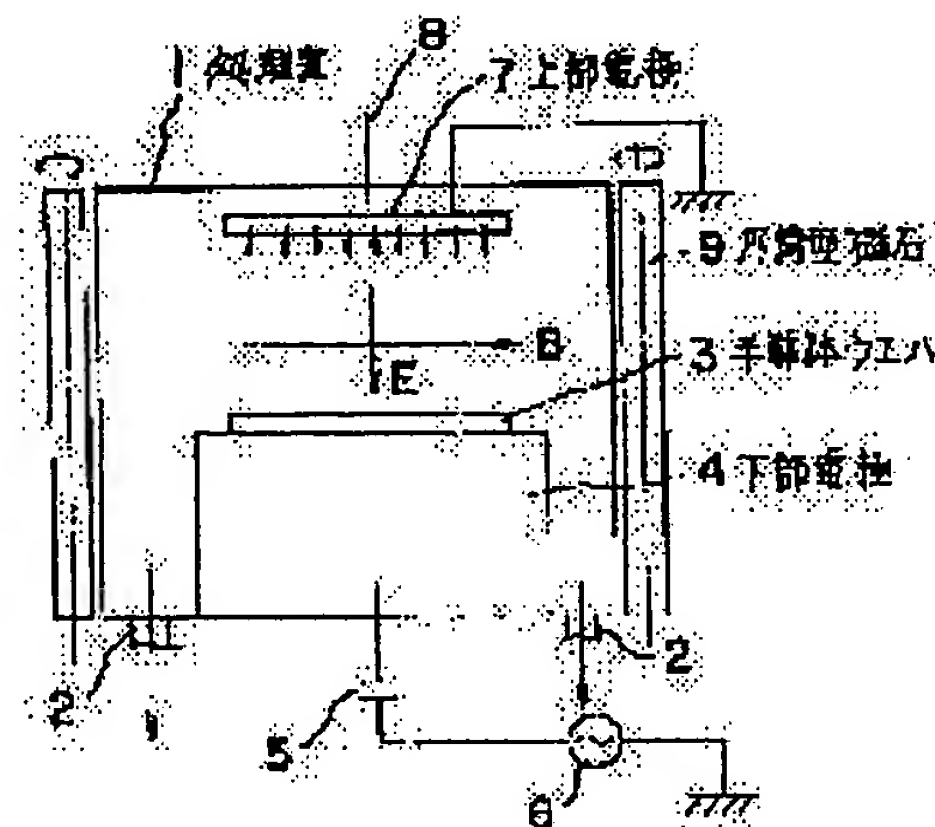
(72)Inventor : HIROSE JUN
OKAYAMA NOBUYUKI
EGUCHI KAZUO

(54) MAGNETRON TYPE PLASMA PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a magnetron type plasma processing device in which space saving can be realized and also cost reduction can be achieved by making compact a permanent magnet and its driving mechanism.

CONSTITUTION: When a semiconductor wafer 3 is processed by plasma, while a horizontal magnetic field is applied to this semiconductor wafer 3 horizontally arranged in a processing chamber 1, 12 pieces of rod-like cylindrical magnets 9 are so provided upright as to make pairs in a point symmetry state in the circumference of the processing chamber 1. At the same time, those respective cylindrical magnets 9 are synchronously rotatably linked to a motor through a gear train.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] while accomplishing a pair to point symmetry and setting up two or more cylindrical magnets to it around above-mentioned processing room in the magnetron mold plasma treatment equipment which carries out plasma treatment of this processed object, respectively, impressing a magnetic field horizontal to the processed object arranged at a level with the processing interior of a room -- each of these cylindrical magnets -- a synchronization -- the magnetron mold plasma treatment equipment characterized by connecting with a drive pivotable.

[Claim 2] Magnetron mold plasma treatment equipment according to claim 1 characterized by dividing each above-mentioned cylindrical magnet into two up and down, respectively.

[Claim 3] Magnetron mold plasma treatment equipment according to claim 1 or 2 characterized by setting the magnetic field strength of the cylindrical magnet of above-mentioned two or more pairs as 50-1000 gauss.

[Claim 4] Magnetron mold plasma treatment equipment of any one publication of claim 1 characterized by setting the rotational speed of the above-mentioned cylindrical magnet as 5 - 60rpm - claim 3.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to magnetron mold plasma treatment equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In case a semiconductor device is made, micro processing of the semi-conductor wafer carried out using the etching system which used the plasma from the former, and wiring structure is formed. However, the hyperfine structure of a half micron and quarter micron order is needed with high integration of the latest semiconductor device. Therefore, the plasma of high density is made under a higher vacuum ambient atmosphere, the damage by the plasma is lessened as much as possible, and the etching system which uses the plasma effectively as much as possible is variously developed from the former. For example, reactive-ion-etching (RIE) equipment and a magnetron mold RIE system are known as such an etching system.

[0003] An RIE system generates the plasma of etching gas between the lower electrode which impressed high-frequency power, and the grounded up electrode, irradiates the reactant ion in this plasma towards the lower electrode by which the auto-bias was carried out to negative, and it is constituted so that the etched component of processed object surfaces, such as a semi-conductor wafer, may be etched with this reactant ion. However, if it becomes the micro-machining of quarter micron level, the mean free path of active species, such as reactant ion, is short, and since perpendicular micro processing becomes difficult under the effect by dispersion of reactant ion, it is necessary to make it a high vacuum further and to control dispersion of ion in an RIE system. So, the magnetron mold RIE system is used for such micro-machining. This magnetron mold RIE system impresses a magnetic field more nearly horizontal to the electric field which makes the plasma under a high vacuum ambient atmosphere, and are formed for example, in the vertical direction in this plasma than the case of an RIE system, and it is constituted so that densification of the plasma may be carried out using cycloid movement of the electron by this rectangular electromagnetic field. However, the plasma tends to incline toward a part by electronic cycloid movement in this case, and the uniform plasma cannot as a whole necessarily be acquired. Therefore, the electromagnetism from the former -- he makes a rotation magnetic field using a coil or a permanent magnet, and is trying to equalize the plasma. In the case of an electromagnet, the current passed in two or more coils is changed, and a rotation magnetic field is made, and in the case of a permanent magnet he rotates a permanent magnet mechanically, and is trying to make a rotation magnetic field. Especially in the case of the latter, for example, a ring-like permanent magnet is arranged so that a processing room may be surrounded, and the thing it was made to rotate this ring-like permanent magnet mechanically is known.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the case of the conventional magnetron mold plasma treatment equipment made to rotate a ring-like permanent magnet, since the permanent magnet itself was a heavy load, the technical problem that the drive which carries out the rotation drive of the supporting structure which supports such a ring-like permanent magnet, or the ring-like permanent magnet becomes large-scale structurally, and such occupancy area also became large and moreover became cost quantity occurred.

[0005] This invention was made in order to solve the above-mentioned technical problem, realizes space-savingization by miniaturizing a permanent magnet and its drive, and aims at offering the magnetron mold plasma treatment equipment which can attain cost reduction.

[0006]

[Means for Solving the Problem] while the magnetron mold plasma treatment equipment of this invention according to claim 1 accomplishes a pair to point symmetry and sets up two or more cylindrical magnets to it around the above-mentioned processing room in the magnetron mold plasma treatment equipment which carries out plasma treatment of this processed object, respectively, impressing a magnetic field horizontal to the processed object arranged at a level with the processing interior of a room -- each of these cylindrical magnets -- a synchronization -- it connects with a drive pivotable and is constituted.

[0007] Moreover, in invention according to claim 1, the magnetron mold plasma treatment equipment of this invention according to claim 2 divides each above-mentioned cylindrical magnet two up and down, respectively, and is constituted.

[0008] Moreover, in invention according to claim 1 or 2, the magnetron mold plasma treatment equipment of this invention according to claim 3 sets the magnetic field strength of the cylindrical magnet of above-mentioned two or more pairs as 50-1000 gauss, and is constituted.

[0009] Moreover, in invention of any one publication of claim 1 - claim 3, the magnetron mold plasma treatment equipment of this invention according to claim 4 sets the rotational speed of the above-mentioned cylindrical magnet 5 - 60rpm, and is constituted.

[0010]

[Function] After arranging on a processed object at a level with the processing interior of a room, while generating the plasma in the processing interior of a room according to invention of this invention according to claim 1. Although the magnetron plasma will be formed in the processing interior of a room by this magnetic field and plasma treatment will be performed to a processed object according to an operation of this magnetron plasma if a magnetic field parallel to the processed object is impressed to the processing interior of a room from two or more pairs of cylindrical magnets. Under the present circumstances, if a drive is made to drive, each cylindrical magnet connected with this can carry out synchronous rotation, respectively, the level magnetic field of the processing interior of a room can rotate with each this cylindrical magnet that carries out synchronous rotation, and the local bias of the magnetron plasma can be equalized by this rotation level magnetic field.

[0011] Moreover, according to invention of this invention according to claim 2, in invention according to claim 1, since each above-mentioned cylindrical magnet was divided into two up and down, respectively, a rotation level magnetic field can be formed according to an individual by the upper and lower sides of the processing interior of a room with two steps of up-and-down cylindrical magnets, and the magnetron plasma can be further equalized to an up-and-down rotation level magnetic field.

[0012] Moreover, according to invention of this invention according to claim 3, in invention according to claim 1 or since the magnetic field strength of the cylindrical magnet of above-mentioned two or more pairs was set as 50-1000 gauss, the suitable magnetron plasma can be acquired to the plasma treatment of a processed object.

[0013] Moreover, according to invention of this invention according to claim 4, in invention of any one publication of claim 1 - claim 3, since the above-mentioned cylindrical magnet was set as the rotational speed of 5 - 60rpm, all cylindrical magnets can be rotated smoothly and the suitable magnetron plasma can be acquired to the plasma treatment of a processed object.

[0014]

[Example] This invention is explained referring to the magnetron mold plasma etching system (a "magnetron RIE system" is called hereafter) shown in drawing 1 - drawing 6 hereafter. As shown in drawing 1, the magnetron RIE system of this example was formed in the shape of a cylinder with conductive ingredients, such as aluminum, and is equipped with the processing room 1. This processing room 1 is constituted so that it may be constituted by the airtight structure, and vacuum suction may be carried out with the vacuum pump which is not illustrated through the exhaust pipe 2 connected to that peripheral surface lower part, for example, the vacuum ambient atmosphere of 10 to 2 or less Torr can be formed. And the susceptor (it is also called a "susceptor" if needed) 4 which serves as the lower electrode which lays the semi-conductor wafer 3 with conductive ingredients, such as aluminum, is arranged in the base in this processing room 1, and it is constituted so that the semi-conductor wafer 3 may be held by the electrostatic chuck (not shown) attached on this lower electrode 4. And the cooler style which uses refrigerants, such as liquefaction nitrogen built in the interior of this susceptor 4, and it is constituted so that a susceptor 4 may be cooled to the temperature of minus field by this cooler style. Furthermore, RF generator 6 is connected to this susceptor 4, i.e., a lower electrode, through a blocking capacitor 5, and it is constituted so that the high-frequency voltage of 13.56MHz may be impressed to the lower electrode 4 through a blocking capacitor 5 from this RF generator 6. Moreover, the up electrode 7 formed in the flat hollow discoid which separates spacing of 15-20mm and counters is arranged above the lower electrode 4, and this up electrode 7 is grounded so that ground potential may be maintained. And the supply pipe 8 which penetrates the center of processing room 1 top face in the center of a top face of this up electrode 7, and is open for free passage the source of supply (not shown) of etching gas is attached, and it is constituted so that the etching gas supplied from this supply pipe 8 may be equally spouted into [whole] the processing room 1 through the up electrode 7.

[0015] Moreover, in this example, as the cylindrical magnet 9 formed with the permanent magnet shows drawing 2, the perimeter of the processing room 1 is covered, hoop direction regular intervals are separated, and two or more 12 are arranged, for example. And across the processing room 1, 12 cylindrical magnets 9 accomplish a pair to point symmetry, are arranged, and they are constituted so that the parallel level magnetic field B may be impressed to the semi-conductor wafer 3 on a horizontal direction 4, i.e., a susceptor, in the processing room 1 with these cylindrical magnets 9. In addition, drawing 2 has omitted and shown five front cylindrical magnets 9. And as shown in drawing

and drawing 4, the cylinder space 11 to which each cylindrical magnet 9 was made to correspond is formed in the peripheral wall 10 of the processing room 1, and the cylindrical magnet 9 is contained in such cylinder space 11, respectively. A shaft is attached in the vertical edge of each cylindrical magnet 9, respectively, and the cylindrical magnet 9 is supported to revolve free [rotation] in the cylinder space 11 of a peripheral wall 10 with these shafts. Moreover, the gearing 13 is attached in the shaft 12 of the lower limit of each cylindrical magnet 9, respectively. Moreover, the major-diameter gearing 14 of the shape of a ring formed in the magnitude of the processing room 1 which balanced that outer diameter below a little was arranged, inside this major-diameter gearing 14, it continued a the perimeter, internal-tooth 14A was formed, and it has geared with the gearing 13 of cylindrical magnet 9 lower lim by this internal-tooth 14A. Furthermore, as shown in drawing 4, the motor 15 is arranged between the gearing 13 of some one cylindrical magnets 9 and 9, and 13, and the gearing 17 fixed to the revolving shaft 16 of this motor 15 meshes to the major-diameter gearing's 14 internal-tooth 14A like the gearing 13 of the cylindrical magnet 9. [0016] Therefore, the gearing 17 of a motor 15 transmits the turning effort of a motor to all the gearings 13 through t major-diameter gearing 14, and he does synchronous rotation of all the cylindrical magnets 9 in this direction (clockwise rotation), respectively, and thereby, he is constituted so that the level magnetic field B in the processing room 1 may be gradually rotated in the direction of a continuous-line arrow head to a broken-line arrow head, as sho in drawing 3. And the drive of the cylindrical magnet 9 will be constituted from this example by a motor 15 and the gear trains 17, 14, and 13. In addition, synchronous rotation of all the cylindrical magnets 9 can be carried out like th case where it mentions above even if it connected the revolving shaft of a motor 15 with one cylindrical magnet 9 directly.

[0017] As for the reinforcement of the level magnetic field impressed with all the cylindrical magnets 9, it is desirab to set it as 50-1000 gauss, and it is more desirable to set it as 100-700 gauss. If this magnetic field strength becomes difficult to get about the magnetron effectiveness in less than 50 gauss and it exceeds 1000 gauss, it becomes cost quantity, and it is uneconomical and it is not [the magnet itself cannot acquire the magnetron effectiveness corresponding to it, and] desirable. Although especially the ingredient of the permanent magnet used for this cylindrical magnet 9 is not restricted, alloy magnets, such as a Fe-Cr-Co system, a ferrite magnet, etc. are used preferably, for example. Moreover, as for the rotational speed of the cylindrical magnet 9, it is desirable to set it as 5 60rpm, and it is more desirable to set it as 15 - 25rpm. Less than five rpm of rotation of the level magnetic field B is enough as this rotational speed, and equalization of a plasma consistency is difficult, and it becomes [even if it exce 60rpm, cannot expect equalization beyond it, but / wear of each gearings 17, 14, and 13 of the gear train] intense moreover and is not desirable.

[0018] Moreover, as shown in drawing 5, even if it constitutes the rolling mechanism of the cylindrical magnet 9, it can expect the same operation effectiveness as what is shown in drawing 3 and drawing 4. That is, the cylindrical magnet 9 shown in drawing 5 is constituted like what was shown in drawing 3 and drawing 4 except differing in a rotation drive. Then, only a rotation drive is explained. In this case, as shown in this drawing, sprockets 18 and 18 ar attached in the lower limit of the shaft 12 of each cylindrical magnet 9 at two places of the upper and lower sides, an chain 19 is wound between the sprocket 18 of the ***** cylindrical magnets 9 and 9, and 18, and it is constituted s that each cylindrical magnet 9 may synchronize, respectively and may rotate through each chain 19. And as shown in drawing 5, one more sprocket 20 is attached in the lower limit of the shaft 12 of one cylindrical magnet 9. Moreover motor 21 is arranged in the outside of this sprocket 20, and it is attached in the sprocket 23 at revolving-shaft 22 upp limit of this motor 21. And a chain 24 is wound around the sprocket 23 of this motor 21, and the sprocket 20 of the cylindrical magnet 9, and it is constituted so that the turning effort of a motor 21 may be transmitted to the cylindrica magnet 9 through this chain 24. Therefore, by carrying out a rotation drive clockwise, as a motor 21 shows in this drawing, this cylindrical magnet 9 is constituted so that it may rotate to a clockwise rotation too through a sprocket 2 a chain 24, and a sprocket 20. The remaining cylindrical magnets 9 are constituted so that synchronous rotation may carried out to a clockwise rotation as mentioned above through one cylindrical magnet 9 connected with the motor 2 respectively.

[0019] Next, actuation is explained. The semi-conductor wafer 3 is laid in the lower electrode 4 in the processing roo 1 by which vacuum suction was carried out, and the semi-conductor wafer 3 is held on the lower electrode 4 accordi to the Coulomb force of an electrostatic chuck. Subsequently, the etching gas from a supply pipe 8 is supplied into th processing room 1 through the up electrode 7, and the gas pressure of etching gas is set as the degree of vacuum of 1 to 2 or less Torrs. Then, the plasma will be generated, if the high-frequency voltage of 13.56MHz is impressed to the lower electrode 4 from RF generator 6 and vacuum discharge is carried out between the lower electrode 4 and the up electrode 7 through etching gas. At this time, since it is far light as compared with reactant ion and a radical, the electron in the plasma flows into the lower electrode 4 preferentially, and thereby, the auto-bias of the lower electrod is carried out to negative through a blocking capacitor 5. The potential difference arises between the auto-bias potent of this lower electrode 4, and plasma potential, and the electric field E of the vertical direction are formed among the both ccording to this potenti l difference. Since 12 cylindric l m gnets 9 ccompish p ir nd re rr nged round

the processing room 1 on the other hand at point symmetry, The 600 gauss level magnetic field B is impressed in the processing room 1 with all these cylindrical magnets 9. The electric field E formed in the vertical direction and this level magnetic field B cross at right angles, and forms rectangular electromagnetic field. The electron in the plasma carries out cycloid movement near the lower electrode 4 according to an operation of rectangular electromagnetic field. Active species is further activated for the reactant ion in the plasma etc., and the densification magnetron plasma is generated.

[0020] A motor 15 drives at this time, and since that turning effort is passed through and transmitted through that gearing 17, the major-diameter gearing 14, and a gearing 13, all the cylindrical magnets 9 are carrying out synchronous rotation to the clockwise rotation. Since it is rotating with the rotational speed of for example, 20rpm to the arrow-head location shown with the broken line from the arrow-head location shown as the continuous line as the whole level magnetic field B in the processing room 1 shows drawing 3 by synchronous rotation of all the cylindrical magnets 9, the magnetron plasma which the direction of electronic cycloid movement also changes with this rotation, equalizes plasma in the processing room 1 uniformly, and has a uniform plasma consistency generates. Therefore, the reactant ion in the plasma equalizes in the processing room 1, uniform ion irradiation is performed all over semi-conductor wafer 3 on the lower electrode 4, and plasma treatment, such as uniform reactive ion etching, can be performed all over semi-conductor wafer 3.

[0021] On the other hand, since the permanent magnet which impresses the level magnetic field B surrounded the perimeter of the processing room 1 not with the structure which surrounds the perimeter of the processing room 1 with a ring-like permanent magnet like before but with 12 cylindrical magnets 9, the load with which the weight of all the cylindrical magnets 9 becomes quite lightweight as compared with a ring-like permanent magnet, and only a part to have lightweight-ized requires it for the gear trains 13, 14, and 17 and a motor 15 is mitigable.

[0022] since 12 cylindrical magnets 9 constituted the permanent magnet which impresses the level magnetic field B according to this example as explained above, as compared with the former, the load which can make [compact] a permanent magnet lightweight, has it as compared with the conventional ring-like permanent magnet, and is applied the motor 15 and the gear trains 13, 14, and 17 as a drive is boiled markedly, and-izing of it can be carried out [lightweight]. Therefore, on the whole, the cylindrical magnet 9, a motor 15, and the gear trains 13, 14, and 17 can miniaturized, the installation tooth spaces of the whole equipment can be reduced, and reduction of installation cost can be aimed at. Moreover, by fluctuating the number of the cylindrical magnet 9 if needed, level magnetic field strength can be changed suitably and the degree of freedom on the setup can be obtained. Moreover, since the suitable magnetron plasma for plasma treatment could be easily acquired since the level magnetic field strength in the processing room 1 impressed with 12 cylindrical magnets 9 was set as 50-1000 gauss according to this example, and the synchronous rotational speed of each cylindrical magnet 9 was set as 5 - 60rpm, if too much burden is hung on a motor 15, the uniform magnetron plasma [be / nothing] can be acquired easily.

[0023] Moreover, the cylindrical magnet 9 used for this invention may be divided into two by the upper and lower sides, as shown in drawing 6. In this case, for example like the above-mentioned example, the little cylindrical magnets 9A and 9B of a pair can be connected by the coupling rod 25, respectively, and others can constitute them from the upper and lower sides like each above-mentioned example. Thus, a level magnetic field is formed according to an individual by the upper and lower sides by constituting each cylindrical magnet 9 with the little cylindrical magnets 9A and 9B of respectively the upper and lower sides, and while reinforcement falls, by the interaction of an up-and-down level magnetic field, the level magnetic field B of the whole impressed in the processing room 1 can form the a whole much more uniform level magnetic field B, and can raise the homogeneity of plasma treatment further.

[0024] In addition, although the above-mentioned example explained the structure which embedded the cylindrical magnet 9 in the cylinder space 11 formed in the peripheral wall 10 of the processing room 1, it cannot be overemphasized that a cylindrical magnet may be arranged in the perimeter of a processing room through supporter material. Moreover, that the drive which drives the cylindrical magnet 9 should just be a device in which the synchronous rotation of the cylindrical magnet 9 can be made to carry out in the same direction, the transfer device in which the driving force of a motor is transmitted transmits the turning effort of a motor to all cylindrical magnets with an epicyclic gear besides the gear trains 13, 14, and 17 or a chain, and sprocket mechanism, a pulley, a belt, etc. of the above-mentioned example, and may be made to carry out synchronous rotation of these. Moreover, if this invention magnetron mold plasma treatment equipment, it is widely applicable also about a CVD system besides an etching system.

[0025]

[Effect of the Invention] as explained above, while according to invention of this invention according to claim 1 accomplishing a pair around the above-mentioned processing room and setting up two or more cylindrical magnets at point symmetry -- each of these cylindrical magnets -- a synchronization -- since it connected with the drive pivotally by miniaturizing a permanent magnet and its drive, space-saving-ization can be realized and the magnetron mold plasma treatment equipment which can attain in cost reduction can be offered.

[0026] Moreover, according to invention of this invention according to claim 2, the magnetron mold plasma which c impress a much more uniform level magnetic field to claim 1 at the processing interior of a room, and can perform much more uniform plasma treatment to a processed object at it since each cylindrical magnet was divided into two u and down in invention at the publication, respectively can be offered.

[0027] Moreover, according to invention given in claim claim 3 of this invention, since the magnetic field strength o the cylindrical magnet of above-mentioned two or more pairs was set as the publication in invention at 50-1000 gaus at claim 1 or claim 2, the magnetron mold plasma which can acquire the suitable magnetron plasma for plasma treatment easily can be offered.

[0028] Moreover, according to invention given in claim claim 3 of this invention, since the rotational speed of the above-mentioned cylindrical magnet was set as the publication in invention at 5 - 60rpm any one of claim 1 - the cla 3, if too much burden is hung on a drive, the magnetron mold plasma which can acquire the uniform magnetron plas [be / nothing] easily can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the configuration of one example of the magnetron mold plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view showing notionally the relation of the magnetic field and semi-conductor wafer which are impressed with the cylindrical magnet of the magnetron mold plasma treatment equipment shown in drawing 1.

[Drawing 3] It is the top view showing the relation of the cylindrical magnet of magnetron mold plasma treatment equipment and drive which are shown in drawing 1.

[Drawing 4] It is the important section sectional view showing the relation of the cylindrical magnet of magnetron mold plasma treatment equipment and drive which are shown in drawing 1.

[Drawing 5] It is the shown sectional view equivalent to drawing 4 which shows other examples of the magnetron mold plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 6] It is a sectional view equivalent to drawing 1 which shows the configuration of the example of further others of the magnetron mold plasma treatment equipment of this invention.

[Description of Notations]

1 Processing Room

3 Semi-conductor Wafer (Processed Object)

4 Lower Electrode

7 Up Electrode

9 Cylindrical Magnet

9A Little cylindrical magnet (one of the cylindrical magnets divided into two)

9B Little cylindrical magnet (one of the cylindrical magnets divided into two)

13 Gearing (Drive)

14 Major-Diameter Gearing (Drive)

15 Motor (Drive)

17 Gearing (Drive)

[Translation done.]

DERWENT-ACC-NO: 1995-218683

DERWENT-WEEK: 199529

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Magnetron plasma treatment device -
has rotatable
cylindrical magnets around treatment
chamber for compact
design

PATENT-ASSIGNEE: TOKYO ELECTRON LTD[TKEL] , TOKYO
ELECTRON YAMANASHI
LTD[TKEL]

PRIORITY-DATA: 1993JP-0300911 (November 5, 1993)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	MAIN-IPC
JP 07130495 A		May 19, 1995	N/A
007	H05H 001/46		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP 07130495A	N/A	
1993JP-0300911	November 5, 1993	

INT-CL (IPC): C23C016/50, C23F004/00 , H01L021/3065 ,
H05H001/46

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 07130495A

BASIC-ABSTRACT:

The device comprises cylindrical magnets standing around a treatment chamber in point-symmetrical pairs and connected to a drive mechanism so as to be synchronously rotatable.

ADVANTAGE - The permanent magnets and the drive mechanism are made compact,

resulting in space saving.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/6

TITLE-TERMS: MAGNETRON PLASMA TREAT DEVICE ROTATING
CYLINDER MAGNET TREAT
CHAMBER COMPACT DESIGN

DERWENT-CLASS: L03 M13 U11 V05 X14

CPI-CODES: L03-H04D; L04-D04; M13-E07; M14-A02;

EPI-CODES: U11-C07A1; U11-C09C; V05-F05C3A; V05-F08E1;
X14-F02;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1995-101001

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1995-171456

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-130495

(43) 公開日 平成7年(1995)5月19日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H 1/46	C	9014-2G		
C 2 3 C 16/50				
C 2 3 F 4/00	C	8417-4K		
	G	8417-4K		

H 0 1 L 21/ 302

C

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-300911

(22) 出願日 平成5年(1993)11月5日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(71) 出願人 000109565

東京エレクトロン山梨株式会社

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

(72) 発明者 廣瀬 潤

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 岡山 信幸

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小原 肇

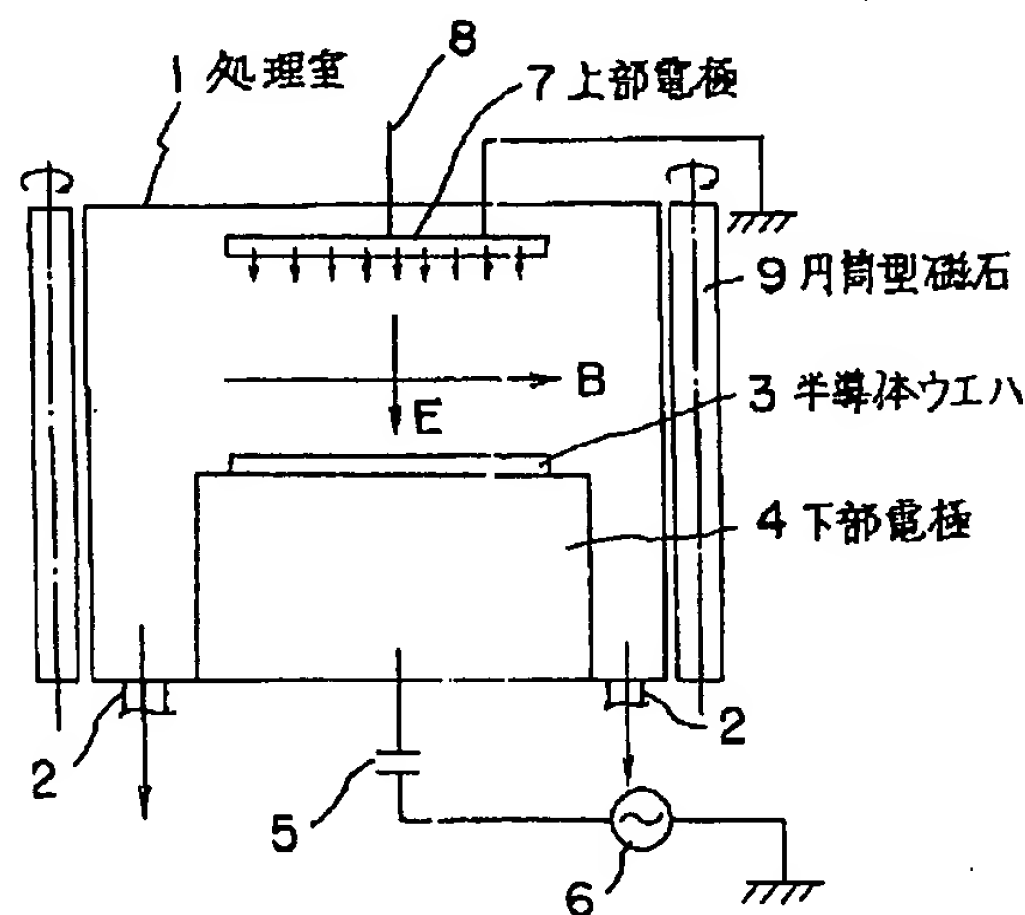
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マグネトロン型プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 永久磁石及びその駆動機構をコンパクト化することにより省スペース化を実現し、コスト削減を達成できるマグネトロン型プラズマ処理装置を提供する。

【構成】 本マグネトロン型プラズマ処理装置は、処理室1内に水平に配置された半導体ウエハ3に水平磁場を印加しながらこの半導体ウエハ3をプラズマ処理する際に、12本の棒状の円筒型磁石9を処理室の周囲で点対称に対を成して立設すると共に、これらの各円筒型磁石9を同期回転可能に歯車列13、14、17を介してモータ15に連結したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室内に水平に配置された被処理体に水平方向の磁場を印加しながらこの被処理体をプラズマ処理するマグネトロン型プラズマ処理装置において、複数の円筒型磁石を上記処理室の周囲で点対称に対を成してそれぞれ立設すると共に、これらの各円筒型磁石を同期回転可能に駆動機構に連結したことを特徴とするマグネトロン型プラズマ処理装置。

【請求項2】 上記各円筒型磁石を上下にそれぞれ2分割したことを特徴とする請求項1に記載のマグネトロン型プラズマ処理装置。

【請求項3】 上記複数対の円筒型磁石の磁場強度を50～1000ガウスに設定したことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のマグネトロン型プラズマ処理装置。

【請求項4】 上記円筒型磁石の回転速度を5～60rpmに設定したことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一つに記載のマグネトロン型プラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マグネトロン型プラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスを作る際に、従来からプラズマを利用したエッチング装置を用いて半導体ウエハを微細加工して配線構造を形成している。ところが最近の半導体デバイスの高集積化に伴ってハーフミクロン、クォータミクロンオーダーの超微細構造が必要になって来ている。そのため、より高い真空雰囲気下で高密度のプラズマを作り、プラズマによるダメージを極力少なくし、プラズマを極力有効に利用するエッチング装置が従来から種々開発されている。このようなエッチング装置として例えば反応性イオンエッチング(RIE)装置、マグネトロン型RIE装置が知られている。

【0003】RIE装置は、高周波電力を印加した下部電極と接地された上部電極との間でエッチングガスのプラズマを発生させ、このプラズマ中の反応性イオンを負に自己バイアスされた下部電極に向けて照射し、この反応性イオンにより半導体ウエハ等の被処理体表面の被エッチング成分をエッチングするよう構成されている。しかし、クォータミクロンレベルの超微細加工になると、RIE装置では反応性イオンなどの活性種の平均自由行程が短く、反応性イオンの散乱による影響で垂直な微細加工が難しくなるため、更に高真空にしてイオンの散乱を抑制する必要がある。そこで、このような超微細加工にはマグネトロン型RIE装置が用いられている。このマグネトロン型RIE装置は、RIE装置の場合よりもより高真空な雰囲気下でプラズマを作り、このプラズマ中で例えば上下方向に形成される電場に水平方向の磁場

を印加し、この直交電磁場による電子のサイクロイド運動を利用してプラズマを高密度化するように構成されている。しかし、この場合には電子のサイクロイド運動によりプラズマが局所に偏りがちで、全体として必ずしも均一なプラズマを得ることができない。そのため、従来から電磁コイルあるいは永久磁石などを用いて回転磁場を作り、プラズマを均一化するようにしている。電磁石の場合には複数のコイルに流す電流を変化させて回転磁場を作るようにし、また永久磁石の場合には永久磁石を機械的に回転させて回転磁場を作るようにしている。特に後者の場合には例えばリング状永久磁石を処理室を囲繞するように配置し、このリング状永久磁石を機械的に回転させるようにしたものが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、リング状永久磁石を回転させる従来のマグネトロン型プラズマ処理装置の場合には、永久磁石自体が重量物であるため、そのようなリング状永久磁石を支持する支持構造やリング状永久磁石を回転駆動させる駆動機構などが構造的に大掛りになり、しかもこれらの占有面積も広がってコスト高になるという課題があった。

【0005】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、永久磁石及びその駆動機構をコンパクト化することにより省スペース化を実現し、コスト削減を達成できるマグネトロン型プラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載のマグネトロン型プラズマ処理装置は、処理室内に水平に配置された被処理体に水平方向の磁場を印加しながらこの被処理体をプラズマ処理するマグネトロン型プラズマ処理装置において、複数の円筒型磁石を上記処理室の周囲で点対称に対を成してそれぞれ立設すると共に、これらの各円筒型磁石を同期回転可能に駆動機構に連結して構成されたものである。

【0007】また、本発明の請求項2に記載のマグネトロン型プラズマ処理装置は、請求項1に記載の発明において、上記各円筒型磁石を上下にそれぞれ2分割して構成されたものである。

【0008】また、本発明の請求項3に記載のマグネトロン型プラズマ処理装置は、請求項1または請求項2に記載の発明において、上記複数対の円筒型磁石の磁場強度を50～1000ガウスに設定して構成されたものである。

【0009】また、本発明の請求項4に記載のマグネトロン型プラズマ処理装置は、請求項1～請求項3のいずれか一つに記載の発明において、上記円筒型磁石の回転速度を5～60rpmに設定して構成されたものである。

【0010】

【作用】本発明の請求項1に記載の発明によれば、処理室内に水平に被処理体に配置した後、処理室内でプラズマを発生させると共に、複数対の円筒型磁石から処理室内に被処理体に平行な磁場を印加すると、この磁場により処理室内にマグネトロンプラズマを形成し、このマグネトロンプラズマの作用により被処理体にプラズマ処理を施すが、この際、駆動機構を駆動させると、これに連結された各円筒型磁石がそれぞれ同期回転し、この同期回転する各円筒型磁石により処理室内の水平磁場が回転し、この回転水平磁場によりマグネトロンプラズマの局所的な偏りを均一化することができる。

【0011】また、本発明の請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明において、上記各円筒型磁石を上下にそれぞれ2分割したため、上下の2段の円筒型磁石により処理室内の上下で個別に回転水平磁場を形成し、上下の回転水平磁場に更にマグネトロンプラズマを均一化することができる。

【0012】また、本発明の請求項3に記載の発明によれば、請求項1または請求項2に記載の発明において、上記複数対の円筒型磁石の磁場強度を50～1000ガウスに設定したため、被処理体のプラズマ処理に相応しいマグネトロンプラズマを得ることができる。

【0013】また、本発明の請求項4に記載の発明によれば、請求項1～請求項3のいずれか一つに記載の発明において、上記円筒型磁石を5～60rpmの回転速度に設定したため、全円筒型磁石を円滑に回転させて被処理体のプラズマ処理に相応しいマグネトロンプラズマを得ることができる。

【0014】

【実施例】以下、図1～図6に示すマグネatron型プラズマエッチング装置（以下、「マグネatronRIE装置」と称する）を参照しながら本発明について説明する。本実施例のマグネatronRIE装置は、図1に示すように、例えばアルミニウム等の導電性材料により円筒状に形成され処理室1を備えている。この処理室1は気密構造に構成され、その周面下部に接続された排気管2を介して図示しない真空ポンプにより真空引きして例えば 10^{-2} Torr以下の真空雰囲気を形成できるように構成されている。そして、この処理室1内の底面にはアルミニウム等の導電性材料により半導体ウエハ3を載置する下部電極を兼ねるサセプタ（必要に応じて「サセプタ」とも称す）4が配設され、この下部電極4上に取り付けられた静電チャック（図示せず）などにより半導体ウエハ3を保持するように構成されている。そして、このサセプタ4の内部には液化窒素等の冷媒を用いる冷却機構が内蔵され、この冷却機構によりサセプタ4をマイナス領域の温度まで冷却するように構成されている。更に、このサセプタ、即ち下部電極4にはブロッキングコンデンサ5を介して高周波電源6が接続され、この高周波電源6から13.56MHzの高周波電圧をブロッキングコ

ンデンサ5を介して下部電極4に印加するように構成されている。また、下部電極4の上方には例えば15～20mmの間隔を隔てて対向する扁平な中空円盤状に形成された上部電極7が配設され、この上部電極7はグランド電位を維持するように接地されている。そして、この上部電極7の上面中央には処理室1上面中央を貫通しエッチングガスの供給源（図示せず）に連通する供給管8が取り付けられ、この供給管8から供給されたエッチングガスを上部電極7を介して処理室1内全体へ均等に噴出するように構成されている。

【0015】また本実施例では、永久磁石により形成された円筒型磁石9が図2に示すように処理室1の周囲全周に亘って周方向等間隔を隔てて複数例えば12本配設されている。しかも、12本の円筒型磁石9は、処理室1を挟み点対称に対を成して配置され、これらの円筒型磁石9により処理室1内に水平方向即ちサセプタ4上の半導体ウエハ3に平行な水平磁場Bを印加するように構成されている。尚、図2では手前の5本の円筒型磁石9は省略して示してある。そして、処理室1の周壁10には例えば図3、図4に示すように各円筒型磁石9に対応させた円筒空間11が形成され、これらの円筒空間11内に円筒型磁石9がそれぞれ収納されている。各円筒型磁石9の上下端にはそれぞれ軸が取り付けられ、これらの軸によって円筒型磁石9が周壁10の円筒空間11内に回転自在に軸支されている。また、各円筒型磁石9の下端の軸12にはそれぞれ歯車13が取り付けられている。また、処理室1のやや下方にはその外径に見合った大きさに形成されたリング状の大径歯車14が配設され、この大径歯車14の内側には全周に亘って内歯14Aが形成され、この内歯14Aで円筒型磁石9下端の歯車13に噛合している。更に、図4に示すように、ある1箇所の円筒型磁石9、9の歯車13、13間にはモータ15が配設されており、このモータ15の回転軸16に固定された歯車17が円筒型磁石9の歯車13と同様に大径歯車14の内歯14Aに噛合している。

【0016】従って、モータ15の歯車17は、モータの回転力を大径歯車14を介して全歯車13に伝達し、これにより全円筒型磁石9をそれぞれ同方向（時計方向）へ同期回転させ、図3に示すように処理室1内の水平磁場Bを実線矢印から破線矢印の方向へ徐々に回転させるように構成されている。そして、本実施例ではモータ15及び歯車列17、14、13によって円筒型磁石9の駆動機構が構成されていることになる。尚、モータ15の回転軸を一つの円筒型磁石9に直接連結したものであっても上述した場合と同様に全円筒型磁石9を同期回転させることができる。

【0017】全円筒型磁石9によって印加される水平磁場の強度は50～1000ガウスに設定することが好ましく、100～700ガウスに設定することがより好ましい。この磁場強度が50ガウス未満ではマグネatron

効果を得難くなり、また、1000ガウスを超えると磁石自体がコスト高になり不経済でありそれに見合ったマグネトロン効果を得ることができず好ましくない。この円筒型磁石9に用いられる永久磁石の材料は、特に制限されないが、例えば、Fe-Cr-Co系等の合金磁石、フェライト磁石などが好ましく用いられる。また、円筒型磁石9の回転速度は5~60rpmに設定することが好ましく、15~25rpmに設定することがより好ましい。この回転速度が5rpm未満では水平磁場Bの回転が十分でなくプラズマ密度の均一化が難しく、また、60rpmを超えてもそれ以上の均一化が期待できず、しかも歯車列の各歯車17、14、13の摩耗が激しくなり好ましくない。

【0018】また、円筒型磁石9の回転機構は図5に示すように構成したものであっても図3、図4に示すものと同様の作用効果を期することができる。即ち、図5に示す円筒型磁石9は、回転駆動機構を異にする以外は図3、図4に示したものと同様に構成されている。そこで、回転駆動機構についてのみ説明する。この場合には、同図に示すように、各円筒型磁石9の軸12の下端に上下の2箇所にスプロケット18、18が取り付けられ、隣合う円筒型磁石9、9のスプロケット18、18間にはチェーン19が巻回され、各チェーン19を介して各円筒型磁石9がそれぞれ同期して回転するように構成されている。そして、一つの円筒型磁石9の軸12の下端には図5に示すように更に1個のスプロケット20が取り付けられている。また、このスプロケット20の外側にはモータ21が配設され、このモータ21の回転軸22上端にはスプロケット23に取り付けられている。そして、このモータ21のスプロケット23と円筒型磁石9のスプロケット20にはチェーン24が巻回され、このチェーン24を介してモータ21の回転力を円筒型磁石9へ伝達するように構成されている。そのため、この円筒型磁石9は例えばモータ21が同図に示すように時計方向に回転駆動することによりスプロケット23、チェーン24、及びスプロケット20を介してやはり時計方向へ回転するように構成されている。残りの円筒型磁石9はモータ21に連結された一つの円筒型磁石9を介してそれぞれ上述のように時計方向へ同期回転するように構成されている。

【0019】次に、動作について説明する。真空引きされた処理室1内の下部電極4に半導体ウエハ3を載置し、静電チャックのクーロン力により半導体ウエハ3を下部電極4上に保持する。次いで、供給管8からのエッチングガスを上部電極7を介して処理室1内へ供給し、エッチングガスのガス圧を例えば 10^{-2} Torr以下の真空度に設定する。その後、高周波電源6から下部電極4に13.56MHzの高周波電圧を印加しエッチングガスを介して下部電極4と上部電極7間で真空放電させると、プラズマが発生する。この時、プラズマ中の電子は反応

性イオン、ラジカルと比較して遥かに軽いため、下部電極4へ優先的に流入し、これによりブロッキングコンデンサ5を介して下部電極4が負に自己バイアスされる。この下部電極4の自己バイアス電位とプラズマ電位間で電位差が生じ、この電位差によりこれら両者間に上下方向の電場Eを形成する。一方、処理室1の周囲には12本の円筒型磁石9が点対称に対を成して配置されているため、これらの全円筒型磁石9によって処理室1内に例えば600ガウスの水平磁場Bを印加し、この水平磁場Bが上下方向に形成された電界Eに直交して直交電磁界を形成し、直交電磁界の作用によりプラズマ中の電子が下部電極4の近傍でサイクロイド運動をし、プラズマ中の反応性イオン等を活性種を更に活性化して高密度化なマグネトロンプラズマが発生する。

【0020】この時、モータ15が駆動し、その回転力をその歯車17、大径歯車14及び歯車13を介してへ伝達しているため、全円筒型磁石9は時計方向へ同期回転している。全円筒型磁石9の同期回転により処理室1内の水平磁場B全体が図3に示すように実線で示した矢印位置から破線で示した矢印位置へ例えば20rpmの回転速度で回転しているため、電子のサイクロイド運動の方向もこの回転に伴って変って処理室1内のプラズマを万遍無く均一化して均一なプラズマ密度を有するマグネトロンプラズマが発生する。従って、プラズマ中の反応性イオンが処理室1内で均一化し、下部電極4上の半導体ウエハ3全面で均一なイオン照射が行なわれ、半導体ウエハ3全面に均一な反応性イオンエッチングなどのプラズマ処理を施すことができる。

【0021】一方、水平磁場Bを印加する永久磁石は従来のようにリング状永久磁石によって処理室1の周囲を囲む構造ではなく、12本の円筒型磁石9によって処理室1の周囲を囲むようにしたため、全円筒型磁石9の重量がリング状の永久磁石と比較してかなり軽量になり、軽量化した分だけ歯車列13、14、17及びモータ15に掛る負荷を軽減することができる。

【0022】以上説明したように本実施例によれば、水平磁場Bを印加する永久磁石を12本の円筒型磁石9によって構成したため、従来のリング状永久磁石と比較して永久磁石をコンパクトで且つ軽量なものにすることができ、もって駆動機構としてのモータ15及び歯車列13、14、17に掛る負荷を従来と比較して格段に軽量化できる。従って、円筒型磁石9、モータ15及び歯車列13、14、17を全体的にコンパクト化でき、装置全体の設置スペースを削減でき、設置コストの削減を図ることができる。また、必要に応じて円筒型磁石9の本数を増減することにより水平磁場強度を適宜変更することができ、その設定上の自由度を得ることができる。また、本実施例によれば、12本の円筒型磁石9によって印加される処理室1内の水平磁場強度を50~1000ガウスに設定したため、プラズマ処理に好適なマグネト

ロンプラズマを容易に得ることができ、また、各円筒型磁石9の同期回転速度を5〜60rpmに設定したため、モータ15に過度な負担を掛けるとなく均一なマグネトロンプラズマを容易に得ることができる。

【0023】また、本発明に用いられる円筒型磁石9は、図6に示すように上下で2分割したものであっても良い。この場合には、例えば上記実施例と同様に上下で一对の短小円筒型磁石9A、9Bをそれぞれ連結棒25で連結し、その他は上記各実施例と同様に構成することができる。このように各円筒型磁石9をそれぞれ上下の短小円筒型磁石9A、9Bによって構成することにより、上下で水平磁場が個別に形成され、処理室1内に印加される全体の水平磁場Bは強度が低下する反面、上下の水平磁場の相互作用によって全体として一層均一な水平磁場Bを形成し、プラズマ処理の均一性をより一層向上させることができる。

【0024】尚、上記実施例では円筒型磁石9を処理室1の周壁10に形成した円筒空間11内に埋め込んだ構造について説明したが、円筒型磁石は処理室の周囲に支持部材を介して配設したものであっても良いことが言うまでもない。また、円筒型磁石9を駆動する駆動機構は、円筒型磁石9を同一方向に同期回転させることができる機構であれば良く、例えば、モータの駆動力を伝達する伝達機構は上記実施例の歯車列13、14、17あるいはチェーン及びスプロケット機構の他、遊星歯車、プーリ及びベルトなどによりモータの回転力を全円筒型磁石へ伝達してこれらを同期回転させるようにしても良い。また、本発明はマグネトロン型プラズマ処理装置であれば、エッチング装置の他、CVD装置などについても広く適用することができる。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように本発明の請求項1に記載の発明によれば、複数の円筒型磁石を上記処理室の周囲で対を成して点対称に立設すると共に、これらの各円筒型磁石を同期回転可能に駆動機構に連結したため、永久磁石及びその駆動機構をコンパクト化することにより省スペース化を実現し、コスト削減を達成できるマグネトロン型プラズマ処理装置を提供することができる。

【0026】また、本発明の請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載に発明において、各円筒型磁石を上下にそれぞれ2分割したため、処理室内に一層均一な水平磁場を印加して被処理体に一層均一なプラズマ処理を施すことができるマグネトロン型プラズマを提供する

ことができる。

【0027】また、本発明の請求項請求項3に記載の発明によれば、請求項1または請求項2に記載に発明において、上記複数対の円筒型磁石の磁場強度を50〜1000ガウスに設定したため、プラズマ処理に好適なマグネトロンプラズマを容易に得ることができるマグネトロン型プラズマを提供することができる。

【0028】また、本発明の請求項請求項3に記載の発明によれば、請求項1〜請求項3のいずれか一つに記載に発明において、上記円筒型磁石の回転速度を5〜60rpmに設定したため、駆動機構に過度な負担を掛けるとなく均一なマグネトロンプラズマを容易に得ることができるマグネトロン型プラズマを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマグネトロン型プラズマ処理装置の一実施例の構成を示す断面図である。

【図2】図1に示すマグネトロン型プラズマ処理装置の円筒型磁石によって印加される磁場と半導体ウエハとの関係を概念的に示す斜視図である。

【図3】図1に示すマグネトロン型プラズマ処理装置の円筒型磁石と駆動機構との関係を示す平面図である。

【図4】図1に示すマグネトロン型プラズマ処理装置の円筒型磁石と駆動機構との関係を示す要部断面図である。

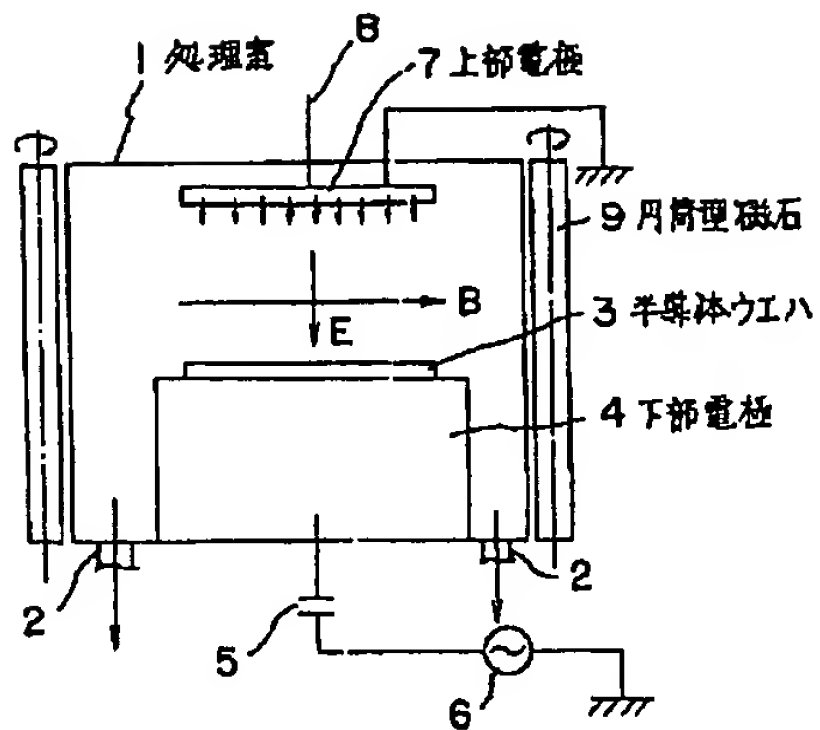
【図5】本発明のマグネトロン型プラズマ処理装置の他の実施例を示す図4に相当する示す断面図である。

【図6】本発明のマグネトロン型プラズマ処理装置の更に他の実施例の構成を示す図1に相当する断面図である。

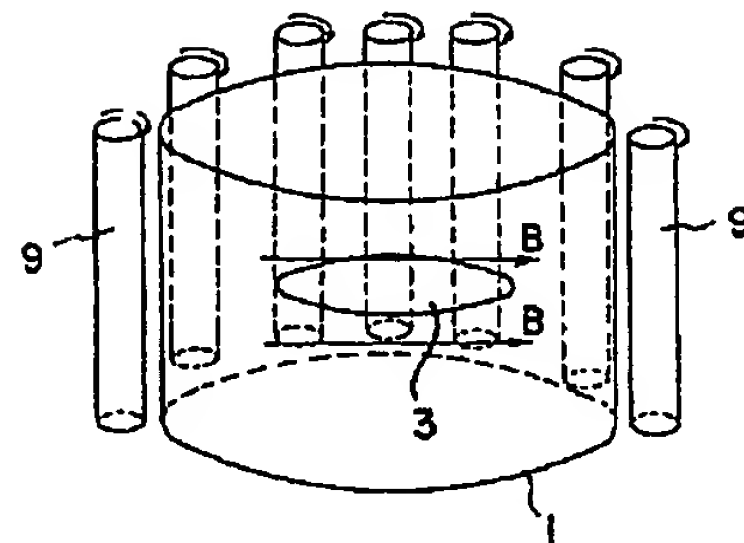
【符号の説明】

- 1 処理室
- 3 半導体ウエハ（被処理体）
- 4 下部電極
- 7 上部電極
- 9 円筒型磁石
- 9A 短小円筒型磁石（2分割した円筒型磁石の一つ）
- 9B 短小円筒型磁石（2分割した円筒型磁石の一つ）
- 13 歯車（駆動機構）
- 14 大径歯車（駆動機構）
- 15 モータ（駆動機構）
- 17 歯車（駆動機構）

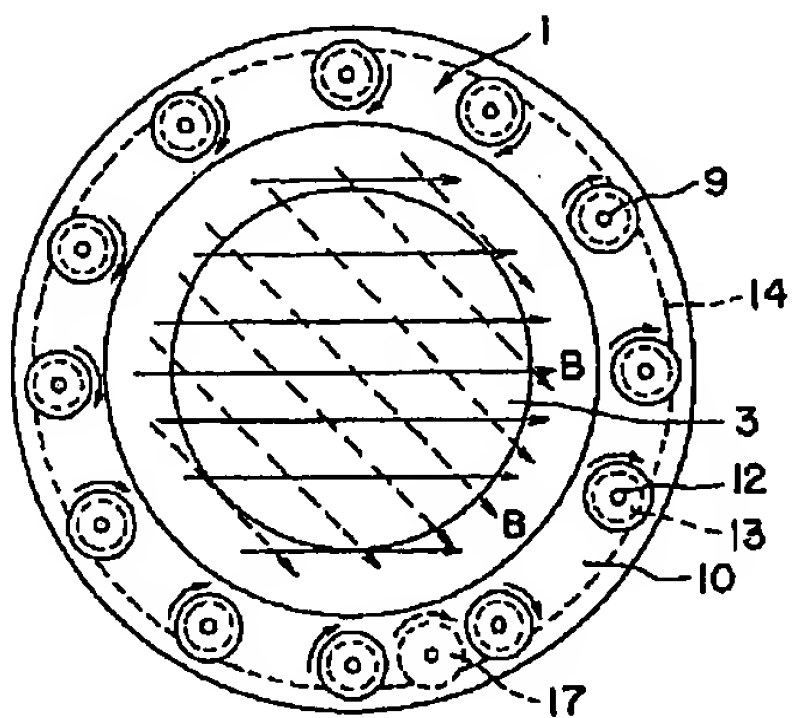
【図1】



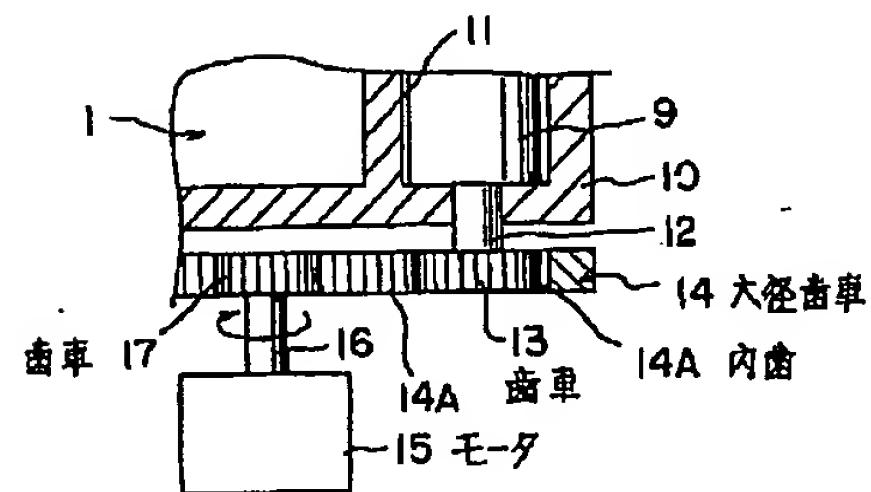
【図2】



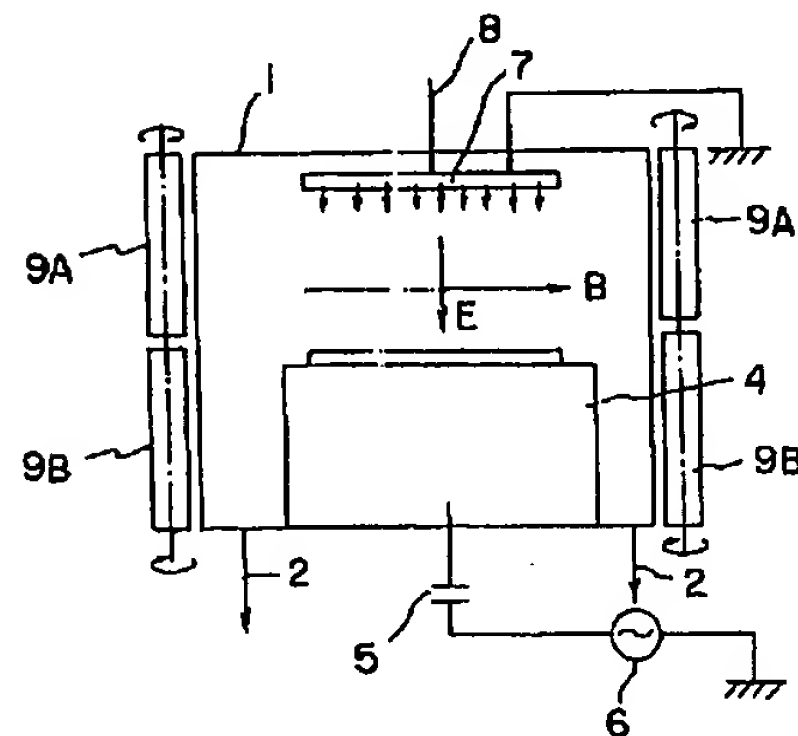
【図3】



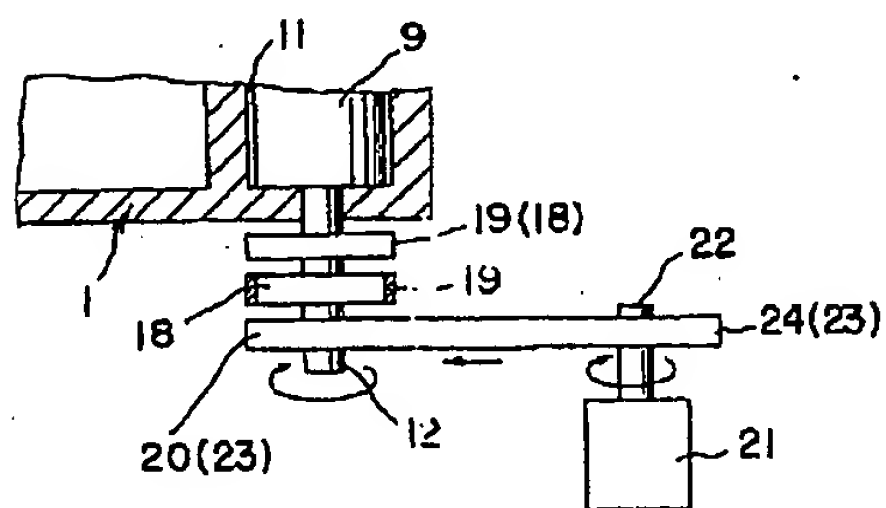
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
H01L 21/3065

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(72)発明者 江口 和男
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1
東京エレクトロン山梨株式会社内